

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Application No. : To Be Assigned
Applicant : NAUNDORF et al.
Filed : January 5, 2004

Docket No. : 029146.52927US
Customer No. : 23911

Title : CONDUCTOR TRACK STRUCTURES AND METHOD FOR
PRODUCTION THEREOF

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119

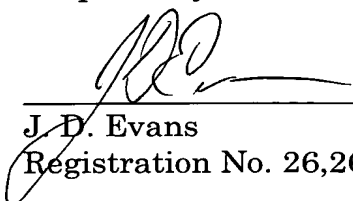
Sir:

The benefit of the filing date of prior foreign application No. 101 32 092.2, filed in Federal Republic of Germany on July 5, 2001, is hereby requested and the right of priority under 35 U.S.C. §119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of the original foreign application.

Respectfully submitted,

January 5, 2004



J. D. Evans
Registration No. 26,269

CROWELL & MORING, L.L.P.
Intellectual Property Group
P.O. Box 14300
Washington, DC 20044-4300
Telephone No.: (202) 624-2500
Facsimile No.: (202) 628-8844
JDE:tlm (297616)

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 101 32 092.2

Anmeldetag: 05. Juli 2001

Anmelder/Inhaber: LPKF Laser & Electronics AG, Garbsen/DE

Erstanmelder: Professor Dr. Gerhard N a u n d o r f ,
Lemgo/DE; Professor Dr. Horst W i ß b r o c k ,
Detmold/DE.

Bezeichnung: Leiterbahnstrukturen und Verfahren zu ihrer Herstellung

IPC: H 05 K 1/09

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 13. November 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag


HoId

Anmelder:

Prof. Dr. Gerhard Naundorf
Auf der Balsterhöhe 9a
32657 Lemgo

Prof. Dr. Horst Wißbrock
Schwanoldstraße 1a
32760 Detmold

u. Z.: NWL-26-DE

Hannover,
05. Juli 2001

Leiterbahnstrukturen und Verfahren zu ihrer Herstellung

Die Erfindung betrifft Leiterbahnstrukturen auf einem elektrisch nichtleitenden Trägermaterial gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein Verfahren zu deren Herstellung.

5

Durch die Patentanmeldungen DE 197.23 734.7-34 und DE 197 31 346.9 sowie durch den Sonderdruck „Feinstrukturierte Metallisierung von Polymeren“ aus Heft Nr. 11, 54. Jahrgang (2000) der Fachzeitschrift „metalloberfläche“ sind Verfahren bekannt geworden, bei denen zur Herstellung feiner, festhaftender Leiterbahnstrukturen in ein nichtleitendes Trägermaterial nichtleitende Metallchelatkomplexe eingebracht und von diesen mittels Laserstrahlung strukturiert Metallisierungskeime abgespalten werden, die in den bestrahlten Teilflächen eine nachfolgende chemisch reduktive Metallisierung initiieren.

Derartige Verfahren sind u. a. einsetzbar für die Herstellung von Schaltungsträgern aus thermoplastischen Kunststoffen mittels eines Spritzgießverfahrens. Gegenüber alternativen Verfahren zur Herstellung von dreidimensionalen Spritzguß-Schaltungsträgern, sogenannten „Moulded Interconnect Devices“, weisen diese Verfahren den Vorteil auf, daß die Werkzeugkosten vergleichsweise niedrig gehalten werden können. Außerdem kann die Zahl der erforderlichen Prozeßschritte verringert werden, da der unzersetzte Metallchelatkomplex in den nicht bestrahlten Bereichen auf der Oberfläche des

Schaltungsträgers verbleiben kann. Es ist so eine sehr wirtschaftliche Herstellung auch mittelgroßer Stückzahlen möglich, wobei eine besonders feine Auflösung des Strukturbildes erreicht werden kann.

- 5 Den genannten Vorteilen stehen die Nachteile gegenüber, daß die thermische Stabilität der beschriebenen Metallchelatkomplexe hinsichtlich der Verarbeitungstemperaturen moderner Hochtemperatur-Kunststoffe wie LCP im Grenzbereich liegt. Deshalb ist das Verfahren auf diesen mit der zukünftigen bleifreien Löttechnik noch wichtiger werdenden Werkstoffbereich nur beschränkt anwendbar. Zum anderen müssen die Metallchelatkomplexe in
- 10 vergleichsweise hoher Dosierung zugesetzt werden, um bei Laseraktivierung eine hinreichend dichte Bekeimung für schnelle Metallisierung zu erhalten. Der hohe Komplexanteil beeinträchtigt aber häufig wichtige Gebrauchseigenschaften des Trägermaterials, wie beispielsweise die Bruchdehnung und die Schlagzähigkeit.
- 15 Im Tätigkeitsbericht 1999 des LFT der Universität Erlangen-Nürnberg ist im übrigen ein analoger Verfahrensansatz bekanntgeworden, bei dem durch Laserstrahlung freizusetzende Metallisierungskeime nicht wie oben beschrieben chemisch eingebunden, sondern physikalisch, durch Verkapselung von Metallpartikeln, passiviert werden. Da die verkapselten Partikel erheblich größer sind als die Moleküle eines typischen
- 20 Metallchelatkomplexes, führt der Zielkonflikt „geringe Beimengung im Kunststoff - hohe Keimdichte nach Laserbestrahlung“ hier zu erheblich größeren Problemen als bei der Bekeimung über laserspaltbare Metallchelatkomplexe.

Aufgabe der Erfindung ist es, einfach und sicher herzustellende Leiterbahnstrukturen auf

5 Schaltungsträgern zur Verfügung zu stellen, die einen vergleichsweise geringen Anteil keimbildende Zusätze enthalten und zudem auch bei Löttemperaturen stabil sind und ferner ein einfaches und sicheres Verfahren zur Herstellung von Leiterbahnstrukturen zu schaffen, wobei ein Compoundieren bzw. Spritzgießen auch moderner Hochtemperatur-Kunststoffe möglich sein soll.

30

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 bzw. des Anspruchs 14 gelöst. Die weiteren Ausgestaltungen der Erfindung sind den jeweiligen Unteransprüchen zu entnehmen.

Indem die elektrisch nichtleitenden Metallverbindungen von thermisch hochstabilen, in wässrigen sauren oder alkalischen Metallisierungsbädern beständigen und nicht löslichen anorganischen Metallverbindungen gebildet sind, die in nicht bestrahlten Bereichen unverändert bleiben, wird erreicht, daß diese auch in den nicht bestrahlten Bereichen auf der Oberfläche des Trägermaterials verbleiben können. Die eingesetzten anorganischen Metallverbindungen sind derart temperaturbeständig, daß sie nach Einwirkung der Löttemperaturen stabil bleiben, d. h. nicht etwa elektrisch leitend werden und in den für die Metallisierung eingesetzten Bädern stabil bleiben.

10 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, daß mittels einer elektromagnetischen Strahlung gleichzeitig Schwermetallkeime freigesetzt sind und ein Abtrag unter Ausbildung einer haftvermittelnden Oberfläche erfolgt ist. Hierdurch ist mit einfachen Mitteln eine hervorragende Haftfestigkeit der abgeschiedenen metallischen Leiterbahnen erzielt worden.

15

Im Rahmen der Erfindung ist es vorgesehen, daß die anorganischen Metallverbindungen von Metallen der d- und f- Gruppe des Periodischen Systems mit Nichtmetallen gebildet sind. Derartige Metallverbindungen zeichnen sich durch eine hier vorteilhafte hohe Temperaturbeständigkeit aus.

20

In weiterer Ausgestaltung ist es vorgesehen, daß die anorganischen Metallverbindungen Metalloxide sind. Vorzugsweise sind die Metalloxide Monoxide der d-Metalle des Periodischen Systems. Vorteilhaft kann es sein, wenn die Metalloxide höhere Oxide sind. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann es auch vorgesehen sein, daß die höheren Oxide Spinelle sind.

Weiterhin kann es vorteilhaft sein, wenn die anorganischen Metallverbindungen Kupfer enthalten.

30 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, daß das nichtleitende Trägermaterial neben wenigstens einer anorganischen Metallverbindung wenigstens einen organischen thermisch stabilen Metallchelatkomplex enthält.

Vorzugsweise ist das elektrisch nichtleitende Trägermaterial ein thermoplastischer oder ein duroplastischer Kunststoff. Das nichtleitende Trägermaterial kann einen oder mehrere

anorganische Füllstoffe enthalten, die beispielsweise von Kieselsäure und/oder Kieselsäurederivaten gebildet sind.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist dadurch, daß eine thermisch hochstabile, in wäßrigen sauren oder alkalischen Metallisierungsbädern beständige und nicht lösliche anorganische Metallverbindung in das Trägermaterial eingemischt wird, daß das Trägermaterial zu Bauteilen verarbeitet oder auf Bauteile als Beschichtung aufgetragen wird und daß im Bereich der zu erzeugenden Leiterbahnstrukturen mittels einer elektromagnetischen Strahlung Schwermetallkeime freigesetzt und diese Bereiche dann chemisch reduktiv metallisiert werden, insbesondere auch erreicht worden, daß die anorganische Metallverbindung auch in den nicht bestrahlten Bereichen auf der Oberfläche des Trägermaterials verbleiben kann. Die eingesetzten anorganischen Metallverbindungen sind im übrigen derart temperaturbeständig, daß ein Compoundieren bzw. Spritzgießen auch moderner Hochtemperatur-Kunststoffe möglich ist. Außerdem bleiben diese auch nach Einwirkung der Löttemperaturen stabil, d. h. sie werden nicht etwa elektrisch leitend und bleiben in den für die Metallisierung eingesetzten Bädern stabil.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, daß mittels der elektromagnetischen Strahlung gleichzeitig Schwermetallkeime freigesetzt sind und ein Abtrag unter Ausbildung einer haftvermittelnden Oberfläche erfolgt ist. Hierdurch kann mit einfachen Mitteln eine hervorragende Haftfestigkeit der abgeschiedenen metallischen Leiterbahnen erzielt werden.

Im Rahmen der Erfindung ist es vorgesehen, daß die anorganischen Metallverbindungen von Metallen der d- und f- Gruppe des Periodischen Systems mit Nichtmetallen gebildet sind. Derartige Metallverbindungen zeichnen sich durch eine hier vorteilhafte hohe Temperaturbeständigkeit aus.

Weiterhin kann es vorteilhaft sein, wenn die anorganischen Metallverbindungen Kupfer enthalten.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, daß das nichtleitende Trägermaterial neben wenigstens einer anorganischen Metallverbindung wenigstens einen organischen thermisch stabilen Metallchelatkomplex enthält.

Vorzugsweise ist das nichtleitende Trägermaterial ein thermoplastischer oder ein duroplastischer Kunststoff. Das Trägermaterial kann jedoch durchaus auch von anderen geeigneten nichtleitenden Materialien wie z. B. von einem Keramikwerkstoff gebildet sein. Das nichtleitende Trägermaterial kann im übrigen einen oder mehrere anorganische Füllstoffe enthalten, die beispielsweise von Kieselsäure und/oder Kieselsäurederivaten gebildet sind.

Vorteilhaft ist es, wenn zur Freisetzung der Schwermetallkeime die elektromagnetische Strahlung eines Lasers eingesetzt wird. Die Wellenlänge des Lasers kann vorzugsweise 248 nm, 308 nm, 355nm, 532 nm, 1064nm oder auch 10600 nm betragen.

Im folgenden wird die Erfindung an einem Ausführungsbeispiel erläutert:

Es werden in einem Extruder 70 Masseteile Polybuthylenterephthalat, 25 Masseteile einer pyrogenen Kieselsäure mit einer BET-Oberfläche von $90 \text{ m}^2/\text{g}$ und 5% des kupferhaltigen Spinells PK 3095 der Firma Ferro GmbH compoundiert. Das Granulat wird im Spritzgießverfahren zu einem Bauteil, z. B. dem Gehäuse eines Handys verarbeitet. Das Gehäuse wird dann im Bereich der aufzubringenden Leiterbahnen einer Laserstrahlung, die von einem diodengepumpten Nd:YAG-Laser erzeugt wird, mit einer Intensität bestrahlt, die einen geringfügigen Abtrag erzeugt, der mit einer strukturierten Bekeimung verbunden ist. Nach kurzer Behandlung in einem demineralisiertes Wasser enthaltenden Ultraschall-Reinigungsbad wird das Gehäuse in ein handelsübliches chemisch reduktives Verkupferungsbad gehängt. Hier werden in den bestrahlten Bereichen die Leiterbahnen aufgebaut.

Grundsätzlich ist zu bemerken, daß in der Fachwelt einfache anorganische Verbindungen von Metallen und Nichtmetallen wie Karbide, Nitride, Oxide oder Sulfide als stabil und als nur unter hoher Energiezufuhr bei gleichzeitiger Anwesenheit eines reduzierenden Mediums in elementares Metall überführbar gelten. Unter Umgebungsatmosphäre wird darüber hinaus, vor allem bei Nichtedelmetallen, eine sofortige Reaktion eventuell entstehenden Metalls mit dem Luftsauerstoff zu Metalloxid erwartet. Um so überraschender ist die erfindungsgemäße Erkenntnis, daß beispielsweise Metalloxide, die feinstverteilt in eine Kunststoffmatrix eingebettet sind, unter gewöhnlicher Umgebungsatmosphäre mit einem Nd:YAG-Laser freigelegt und zu Metall reduziert werden können. Offenbar entfalten die sich gleichzeitig bildenden gasförmigen Zersetzungsprodukte des Kunststoffes während der sehr

energiereichen, aber auch sehr kurzen Laserpulse eine hinreichende Abschirmungswirkung über den entstandenen Metallkeimen.

5

10



15

20



30

35

Anmelder:

Prof. Dr. Gerhard Naundorf
Auf der Balsterhöhe 9a
32657 Lemgo

Prof. Dr. Horst Wißbrock
Schwanoldstraße 1a
32760 Detmold

u. Z.: NWL-26-DE

Hannover,
05. Juli 2001

5

Patentansprüche

1. Leiterbahnstrukturen auf einem nichtleitenden Trägermaterial, die aus Metallkeimen und einer nachfolgend auf diese aufgetragenen Metallisierung bestehen, wobei die Metallkeime durch Aufbrechen von feinstverteilt in dem Trägermaterial enthaltenen nichtleitenden Metallverbindungen durch elektromagnetische Strahlung entstanden sind, dadurch gekennzeichnet, daß die nichtleitenden Metallverbindungen von thermisch hochstabilen, in wässrigen sauren oder alkalischen Metallisierungsbädern beständigen und nicht löslichen anorganischen Metallverbindungen gebildet sind, die in nicht bestrahlten Bereichen unverändert verbleiben.
2. Leiterbahnstrukturen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mittels einer elektromagnetischen Strahlung gleichzeitig Schwermetallkeime freigesetzt sind und ein Abtrag unter Ausbildung einer haftvermittelnden Oberfläche erfolgt ist.
3. Leiterbahnstrukturen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die anorganischen Metallverbindungen von Metallen der d- und f- Gruppe des Periodischen Systems mit Nichtmetallen gebildet sind.
4. Leiterbahnstrukturen nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die anorganischen Metallverbindungen Metalloxide sind.

5. Leiterbahnstrukturen nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Metalloxide Monoxide der d-Metalle des Periodischen Systems sind.

5 6. Leiterbahnstrukturen nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Metalloxide höhere Oxide sind.

7. Leiterbahnstrukturen nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die höheren Oxide Spinelle sind.

10

8. Leiterbahnstrukturen nach Anspruch 1 und einem oder mehreren der folgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die anorganischen Metallverbindungen Kupfer enthalten.

15 9. Leiterbahnstrukturen nach Anspruch 1 und einem oder mehreren der folgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das nichtleitende Trägermaterial neben wenigstens einer anorganischen Metallverbindung wenigstens einen organischen thermisch stabilen Metallchelatkomplex enthält.

20 10. Leiterbahnstrukturen nach Anspruch 1 und einem oder mehreren der folgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das nichtleitende Trägermaterial ein thermoplastischer Kunststoff ist.

11. Leiterbahnstrukturen nach Anspruch 1 und einem oder mehreren der folgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das nichtleitende Trägermaterial ein duroplastischer Kunststoff ist.

12. Leiterbahnstrukturen nach Anspruch 1 und einem oder mehreren der folgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das nichtleitende Trägermaterial einen oder
30 mehrere anorganische Füllstoffe enthält.

13. Leiterbahnstrukturen nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das nichtleitende Trägermaterial als Füllstoff Kieselsäure und/oder Kieselsäurederivate enthält.

14. Verfahren zur Herstellung der Leiterbahnstrukturen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine thermisch hochstabile, in wässrigen sauren oder alkalischen Metallisierungsbädern beständige und nicht lösliche anorganische Metallverbindung in das Trägermaterial eingemischt wird, daß das Trägermaterial zu Bauteilen verarbeitet oder auf Bauteile als Beschichtung aufgetragen wird und daß im Bereich der zu erzeugenden Leiterbahnstrukturen mittels einer elektromagnetischen Strahlung Schwermetallkeime freigesetzt und diese Bereiche dann chemisch reduktiv metallisiert werden.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß mittels der elektromagnetischen Strahlung gleichzeitig die Schwermetallkeime freigesetzt werden und ein Abtrag unter Ausbildung einer haftvermittelnden Oberfläche erfolgt.

16. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die anorganischen Metallverbindungen von Metallen der d- und f- Gruppe des Periodischen Systems mit Nichtmetallen gebildet sind.

17. Verfahren nach den Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die anorganischen Metallverbindungen Metalloxide sind.

18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Metalloxide Monoxide der d-Metalle des Periodischen Systems sind.

19. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Metalloxide höhere Oxide sind.

20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die höheren Oxide Spinelle sind.


21. Verfahren nach Anspruch 14 und einem oder mehreren der folgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die anorganischen Metallverbindungen Kupfer enthalten.

22. Verfahren nach Anspruch 14 und einem oder mehreren der folgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das nichtleitende Trägermaterial neben wenigstens einer

anorganischen Metallverbindung wenigstens einen organischen thermisch stabilen Metallchelatkomplex enthält.


23. Verfahren nach Anspruch 14 und einem oder mehreren der folgenden Ansprüche,
5 dadurch gekennzeichnet, daß das nichtleitende Trägermaterial ein thermoplastischer Kunststoff ist.

24. Verfahren nach Anspruch 14 und einem oder mehreren der folgenden Ansprüche,
10 dadurch gekennzeichnet, daß das nichtleitende Trägermaterial ein duroplastischer Kunststoff ist.

 25. Verfahren nach Anspruch 14 und einem oder mehreren der folgenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß das nichtleitende Trägermaterial einen oder mehrere
anorganische Füllstoffe enthält.

15 26. Verfahren nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß das nichtleitende Trägermaterial als Füllstoff Kieselsäure und/oder Kieselsäurederivate enthält.

27. Verfahren nach Anspruch 14 und einem oder mehreren der folgenden Ansprüche,
20 dadurch gekennzeichnet, daß die elektromagnetische Strahlung eines Lasers eingesetzt wird.

 28. Verfahren nach Anspruch 14 und einem oder mehreren der folgenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß elektromagnetische Strahlung eines Lasers mit der
Wellenlänge 248 nm eingesetzt wird.

29. Verfahren nach Anspruch 14 und einem oder mehreren der folgenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß elektromagnetische Strahlung eines Lasers mit der
Wellenlänge 308 nm eingesetzt wird.

30 30. Verfahren nach Anspruch 14 und einem oder mehreren der folgenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß elektromagnetische Strahlung eines Lasers mit der
Wellenlänge 355 nm eingesetzt wird.

31. Verfahren nach Anspruch 14 und einem oder mehreren der folgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß elektromagnetische Strahlung eines Lasers mit der Wellenlänge 532 nm eingesetzt wird.

5 32. Verfahren nach Anspruch 14 und einem oder mehreren der folgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß elektromagnetische Strahlung eines Lasers mit der Wellenlänge 1064 nm eingesetzt wird.

10 33. Verfahren nach Anspruch 14 und einem oder mehreren der folgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß elektromagnetische Strahlung eines Lasers mit der Wellenlänge 10600 nm eingesetzt wird.

15

20

30

35

Anmelder:

Prof. Dr. Gerhard Naundorf
Auf der Balsterhöhe 9a
32657 Lemgo

Prof. Dr. Horst Wißbrock
Schwanoldstraße 1a
32760 Detmold

u. Z.: NWL-26-DE

Hannover,
05. Juli 2001

5

Zusammenfassung

Leiterbahnstrukturen und Verfahren zu ihrer Herstellung

10

Es werden Leiterbahnstrukturen auf einem elektrisch nichtleitenden Trägermaterial beschrieben, die aus Metallkeimen und einer nachfolgend auf diese aufgetragenen Metallisierung bestehen, wobei die Metallkeime durch Aufbrechen von feinstverteilt in dem Trägermaterial enthaltenen elektrisch nichtleitenden Metallverbindungen durch elektromagnetische Strahlung entstanden sind, und ein Verfahren zur Herstellung der Leiterbahnstrukturen, beschrieben. Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die elektrisch nichtleitenden Metallverbindungen von thermisch hochstabilen, in wässrigen sauren oder alkalischen Metallisierungsbädern beständigen und nicht löslichen anorganischen Metallverbindungen gebildet sind, die in nicht bestrahlten Bereichen unverändert verbleiben. Die eingesetzten anorganischen Metallverbindungen sind derart temperaturbeständig, daß sie nach Einwirkung der Löttemperaturen stabil bleiben. Die Leiterbahnen sind sicher und einfach herzustellen und es wird eine sehr hohe Haftfestigkeit erzielt.

20